

香川県における日常食品中の無機成分の摂取量について

黒田 弘之・毛利 孝明・西岡 千鶴・三好 益美
大北 健逸・斎藤 行生*

I 緒 言

近年、人間の生活の進歩と多様化に伴い、環境汚染等に関連して、化学物質による食品の汚染が問題となってきた。一方食品には、常在成分としての有機物質や無機物質が存在し、人はこれらを、食品から、好むと好まざるとにかかわらず体内にとりこんでいる。

我が国ではこれらのことを考慮して、1977年から厚生省と国立衛生試験所が中心となり、日本の8機関と連携して化学物質の摂取量の推移、地域特性、季節変化、摂取経路の推定等を目的とした「日常食品中の化学物質等調査研究班」が組織され、調査解析が行われている。

香川県でも1985年よりこの事業に参加し、調査研究を行ってきた。今回、本県における無機成分の摂取量について調査解析し、若干の知見を得たので報告する。

II 方 法

1. 試薬及び装置

1) 試 薬

試薬はすべて和光純薬製の有害金属分析用及び原子吸光分析用を用いた。

2) 装 置

- (1) 金-アマルガム水銀分析装置：日本インストルメントD-2型
- (2) フレームレス原子吸光分析装置：島津AA-670-G型
- (3) フレーム原子吸光分析装置：島津AA-640-13型
- (4) 炎光光度計：島津AA-640-13型
- (5) 自記分光光度計：島津UV-240型

2. 試料の調整

厚生省の国民栄養調査の四国地方における食品群別摂取量調査に基づき、高松市内のスーパーマーケット等で98食品を購入し検体とした。

これを表1のように14群に分別し、当所で調理後、ミキサーで混和したものを試料とした。

3. 分析方法

各無機成分の分析方法を図1に示す。

検体20gをとり硝酸一過塩素酸で分解を行った後、0.5N塩酸で50mlに定容し、次の方法で分析した。

- 1) ナトリウム(Na)、カリウム(K)の分析
直接炎光光度法により分析

表1. 食品群別試料

群	食 品 群	主 な 食 品	調 理 法
I	米、米加工品類	米、餅	〔炊く〕など
II	米以外の穀類、芋類	小麦粉、じゃがいも他11食品	〔煮る〕など
III	砂糖、菓子類	砂糖、ビスケット他7食品	そのまま
IV	油脂類	サラダ油、バター他3食品	そのまま
V	豆 類	豆腐、味噌他3食品	〔煮る〕など
VI	果実類	みかん、りんご他6食品	そのまま
VII	緑黄色野菜類	ほうれんそう他6食品	〔煮る〕など
VIII	その他の野菜、海草類	白菜、ワカメ他11食品	〔煮る〕など
IX	調味、嗜好飲料類	醤油、コーヒー他8食品	そのまま
X	魚介類	はまち、イカ他13食品	〔焼く〕など
XI	肉、卵類	鶏卵、牛肉他5食品	〔炒める〕など
XII	乳 類	牛乳、チーズ等3食品	そのまま
XIII	加工食品、その他の食品	カレールー他12食品	〔焼く〕など
XIV	飲料水	水道水	そのまま

* 国立衛生試験所

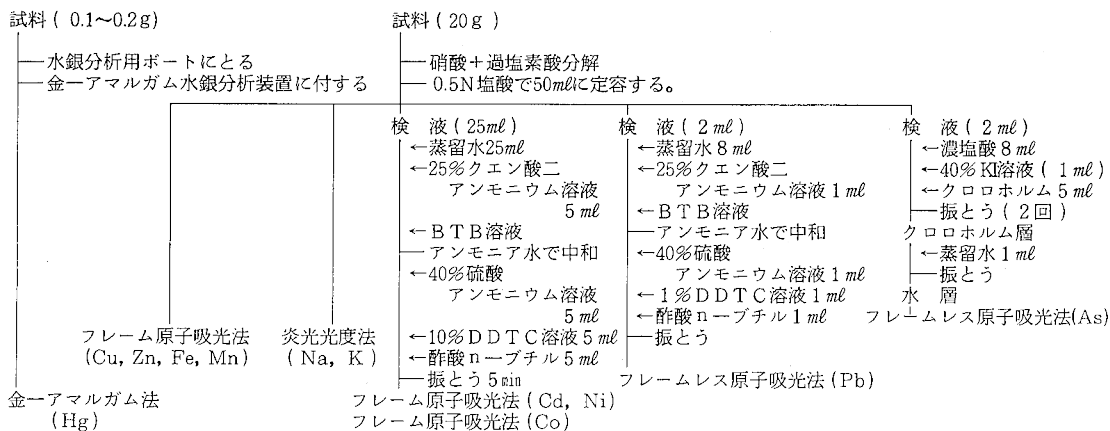


図 1. 無機成分分析方法

表 2. 全国平均の無機成分 1日摂取量推移

元素	1985	1986	1987	1988	1989	平均
Mn	4600	4200	3900	4000	3800	4100
Cu	1300	1200	1200	1700	1300	1340
Zn	9200	9100	9100	8500	8400	8860
As	220	170	220	160	230	200
Cd	32	35	27	29	28	30
Hg	9.7	10	11	8.6	10	9.9
Pb	48	45	48	85	42	54

(単位 : $\mu\text{g} / \text{日} / \text{人}$)

表 3. 香川県の無機成分 1日摂取量推移

元素	1985	1986	1987	1988	1989	平均
Fe	8855	7210	9045	5981	6547	7527
Co	2.9	3.7	7.4	7.0	4.8	5.2
Ni	208	162	226	228	213	207
Mn	3200	4000	3400	3475	3557	3526
Cu	1300	1000	1200	1135	1267	1180
Zn	8800	8700	8900	7678	8559	8527
As	79	140	96	125	278	144
Cd	32	24	24	26	26.5	26.5
Hg	10	12	12	11	14	12
Pb	19	27	35	17	28	25

(単位 : $\mu\text{g} / \text{日} / \text{人}$)

表 4. 全国の無機成分食品群別寄与率 (1985~1989)

(単位 : %)

元素名	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
Mn	36.6	9.5	2.0	0.1	10.9	2.4	5.9	8.6	14.5	1.9	0.7	0.3	0.9	0.03
Cu	34.8	13.8	3.3	0.1	14.3	5.4	3.6	7.4	2.3	8.2	6.2	1.1	0.9	0.2
Zn	33.0	7.8	1.9	0.2	7.4	1.2	2.9	5.7	3.1	10.0	21.0	4.9	0.7	0.3
As	12.7	2.4	0.5	0.2	0.7	1.1	0.5	22.7	1.5	55.9	1.5	0.5	0.4	0
Cd	45.7	9.2	1.2	0.1	4.0	1.1	5.8	16.1	2.7	11.6	1.7	0.6	0.8	0.8
Hg	12.5	2.2	0.5	1.5	0.4	0.6	0.7	1.0	0.6	69.4	8.7	0.7	0.3	0
Pb	25.3	11.3	1.8	0.4	5.8	6.8	4.5	14.5	7.6	10.7	5.1	4.2	1.4	0.5

表 5. 香川県の無機成分食品群別寄与率 (1985~1989)

(単位 : %)

元素名	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
Na	0.2	7.5	0.6	0.7	14.3	0.1	0.2	8.8	46.0	15.4	2.7	1.3	2.3	0.1
K	5.4	14.7	1.2	0.0	6.4	7.7	8.0	15.5	9.2	12.9	7.6	6.4	1.0	0.0
Ca	3.4	5.9	3.5	0.2	11.1	3.9	7.1	9.6	1.5	21.0	5.0	25.1	0.6	1.2
P	25.8	17.3	4.8	0.2	0.2	4.1	1.5	10.2	7.1	3.8	3.5	17.5	4.0	0.0
Mg	10.5	12.2	2.0	0.0	12.0	6.4	5.6	10.6	10.3	20.0	4.5	4.8	0.8	0.3
Mn	38.6	9.8	1.4	0.0	10.8	1.8	7.2	11.3	14.9	2.6	0.7	0.1	0.8	0.0
Fe	8.9	12.2	2.7	1.0	13.9	2.8	5.7	12.9	5.1	16.4	15.5	1.2	1.2	0.1
Co	8.9	21.6	5.2	0.0	14.3	3.9	3.4	12.1	8.5	17.5	2.5	0.0	1.0	0.0
Ni	15.2	7.6	3.6	0.3	33.6	3.6	2.8	9.0	12.2	3.9	1.6	0.5	0.8	0.0
Cu	40.1	14.0	2.6	0.3	13.8	5.3	4.2	6.1	1.3	6.6	4.3	0.6	2.0	0.0
Zn	38.1	7.1	1.7	0.2	6.9	1.2	3.5	4.9	2.7	11.7	17.1	4.5	1.3	0.0
As	24.0	0.7	0.5	0.0	0.6	0.6	0.2	26.4	1.2	44.9	0.6	0.0	0.2	0.0
Cd	50.3	8.8	1.3	5.0	4.3	1.8	7.5	15.3	1.7	7.8	1.1	0.4	0.7	0.0
Hg	24.3	2.5	0.7	0.5	1.6	1.4	0.8	2.2	0.0	55.2	3.0	7.5	0.2	0.0
Pb	43.0	9.1	3.9	0.3	2.0	3.2	1.4	5.8	3.7	9.6	1.6	8.1	0.6	0.0

1) Na, K, Ca, Mg: 1985, 1986, 1989年の平均

2) Co, Ni: 1986~1989年間の平均

3) P: 1989年

2) カルシウム (Ca), マグネシウム (Mg), 銅 (Cu), 亜鉛 (Zn), 鉄 (Fe), マンガン (Mn) の分析

直接フレイム原子吸光法により分析 (ただしCa, Mgは塩化ストロンチウム添加して分析)

3) カドミウム (Cd), ニッケル (Ni) の分析

ジエチルジチオカルバミン酸 (DDTC) 錯塩を酢酸n-ブチルで抽出し, フレイム原子吸光法により分析

4) 鉛 (Pb), コバルト (Co) の分析

ジエチルジチオカルバミン酸 (DDTC) 錯塩を酢酸n-ブチルで抽出し, フレイムレス原子吸光法により分析

5) 砒素 (As) の分析

濃塩酸, 40%ヨウ化カリウムを加え, クロロホルムで抽出後, 水で逆抽出し, フレイムレス原子吸光法により分析

6) 水銀 (Hg) の分析

金-アマルガム水銀分析装置による分析

7) リン (P) の分析

4 N硫酸, 1%モリブデン酸アンモニウム, アスコルビン酸と酒石酸アンチモンルカリウムの混液を加え10分間放置し, 880nmで比色分析

Ⅲ 結果及び考察

表2に全国平均(宮城, 千葉, 神奈川, 山梨, 愛知, 大阪, 滋賀, 島根, 山口, 香川, 沖縄)の無機成分一日摂取量推移, 表3に香川県の無機成分一日摂取量推移, 表4に全国の無機成分食品群別寄与率, 表5に香川県の無機成分食品群別寄与率, 表6に香川県の主要必須元素摂取量, 表7に主要必須元素の国民栄養調査による摂取量の年次推移を示した。

表2より, 全国及び香川県における無機成分の摂取量の経年変化はほとんどみられない。また全国と香川県の摂取量を比較した場合, 亜鉛, マンガン, 銅, 砒素, カドミウム, 鉛は低く, 水銀の摂取量がやや高い傾向を示した。

1. 必須元素

生体の主要元素であるナトリウムの本県の実測値は, 表6より'85, '86年に食塩10.6g(Naとして4.2g), '89年に10.7g(Naとして4.2g)と, ほとんど摂取量に変化

がなかった。

表7に示すように国民栄養調査の全国平均では, '75年13.5g, '80年12.9g, '88年12.2gと食塩の摂取量は減少してきている。香川県の実測値の10.6g, 10.8gは, 国民栄養調査の全国平均より低い値であるが, 厚生省が日本人の食塩の目標摂取量として定めた9.9g(Naとして3.9g)より高く, なお摂取量を減少させる努力が必要である。表6の実測値と表7の国民栄養調査の香川県の食塩摂取量に, 少し違いがあるが, 国民栄養調査は一定地域の聞き取り調査であるので, やむをえない結果だと思われる。ナトリウムは血圧亢進, 動脈硬化等の有力な一因となる元素なので, 摂取量はより控えたほうが良いであろう。ナトリウムの給源食品群には, IX群の嗜好飲料が45.9%と圧倒的に多かった。

カリウムの本県の日摂取量は'85年2.5g, '86年2.2g, '89年3.0gである。'89年の日本人の栄養所要量は, 成人一人一日当たりカリウム2~4gを目標摂取量としている¹⁾。本県の摂取量は2.2g~3.0gであるので, ほぼ充分であるといえる。給源食品はII群, VIII群, X群に比較的多かった。

カルシウムの一日摂取量は, '85年0.51g, '86年0.46g, '89年0.58gであった。表7に示すように, 国民栄養調査でも若干の変動があるが, 香川県はほぼ全国平均なみである。厚生省の定める所要量は成人0.6g, 小児0.4g, 妊婦1.0g, 授乳婦1.1gであるので¹⁾香川県の摂取量はいずれの年度も不足みである。また, 全国的にみてもカルシウムの摂取量は不足しており, 今後も摂取努力が必要である。給源食品は, X群, XII群で46%を占めていた。

リンの香川県の一日摂取量は, '89年0.6gであった。

表6. 香川県の主要必須元素摂取量 (単位: mg)

元素名	1985	1986	1989
Na (NaClとして)	4172 (10.6g)	4180 (10.6g)	4200 (10.7g)
K	2540	2238	2972
Ca	505	457	580
P	—	—	604
Mg	230	231	242

表7. 主要必須元素の国民栄養調査による摂取量の年次推移

	年 度	1975	1980	1985	1986	1987	1988
全国平均	食塩(g)(NaClとして)	13.5	12.9	12.1	12.1	11.7	12.2
	Ca(mg)	552	539	553	551	551	524
	Fe(mg)	10.8	10.4	10.7	10.7	10.5	11.1
香川県平均	食塩(g)(NaClとして)	—	10.5	11.6	11.5	10.9	13.0
	Ca(mg)	518	483	562	529	541	555
	Fe(mg)	12.4	10.4	10.5	10.5	10.5	11.6

リン摂取量が2 gをこえるとカルシウム代謝がくずれ、骨への影響が心配されるので、過剰摂取には注意をしなければいけない。適正な摂取量はカルシウムと等量と考えられており、0.6 gは成人の目標値と一致しており栄養的に問題はない。リンの給源食品は、I群、II群、XII群で60%以上を占めていた。

マグネシウムの香川県における一日摂取量は、'85、'86年0.23 g、'89年0.24 gであった。Jonesらは成人の一日当たりの必要量が0.22~0.29 g²⁾であるとしている。また日本で設定されている目標摂取量は0.3 g¹⁾であるので、もう少し摂取する努力が必要である。給源食品はI群、II群、V群、VIII群、X群が、それぞれ10~20%の寄与率を示していた。

マンガンの香川県の一日摂取量は3.2~4.0 mg(平均3.5 mg)であり、全国平均では3.8~4.6 mg(平均4.10 mg)であった。本県の摂取量は全国平均よりやや低い値であるが、アメリカでの一日所要量は2.0~5.0 mg³⁾とされており、本県のマンガンの摂取量に問題はない。給源食品では、香川県がI群38.6%、IX群4.9%、II群9.8%であり、全国平均でもほぼ似た傾向を示していた。

'85年からの鉄の香川県の一日摂取量は、6.0~9.0 mg(平均7.53 mg)であった。これを表7の国民栄養調査と比べると、全国平均10.75 mg及び香川の平均値10.8 mgと、何れよりも低い結果であった。これは先にも述べたように、国民栄養調査が一地域での聞き取り調査に基づくものであるので、実測値との間に相違した結果となったのであろう。また実測値を、'89年の厚生省の栄養所要量と比べると、成人男子で10 mg、女子12 mg¹⁾であるので、本県の摂取量は不足きみである。鉄は生体にも重要な元素であるので、今後一層の摂取努力が必要である。給源食品としては、II群、V群、VIII群、X群、XI群で、各々12%~16%を占めていた。

コバルトの一日摂取量は、2.9~7.4 μg(平均5.2 μg)であった。山縣らの標準献立による調査では11~28 μg⁴⁾であり、かなり低い値であった。今後の推移を観察する必要がある。給源食品としては、XI群、XII群、XIII群が特に低い値を示す以外は、いずれの群からも摂取されており、山縣による報告と同じであった。

ニッケルは植物中などに常に高濃度に見出される元素であるが、香川県の摂取量は'85~'89年では162~228 μg(平均207 μg)である。KentやMcCanceは一日に0.3~0.5 mg、Schroederは0.3~0.6 mg⁵⁾の摂取を推定しており、これらの推定値よりは低い値であった。給源食品はV群33.6%と多く、次いでI群15.2%、IX群12.2%となっている。

銅の摂取量は'85~'89年までは1.0~1.3 mg(平均1.18

mg)であり、全国では1.2~1.7 mg(平均1.34 mg)である。銅の一日所要量は多くの説があり、判然としないが、アメリカで設定されている推奨栄養所要量は1.5~3.0 mg³⁾と大きく幅がある。この数値と比べると低いが、銅の欠乏症は見られないので、この程度の摂取量で充分なのかも知れない。給源食品はI群40.1%、II群14.0%、V群13.8%であり、全国平均とほぼ同じ傾向を示した。

亜鉛の一日摂取量は7.68~8.90 mg(平均8.53 mg)であり、全国平均8.4~9.2 mg(平均8.86 mg)より、若干低い値である。亜鉛の一日所要量も多くの説があり明らかではないが、Engelらは4.4~9.3 mg、山縣らは6~27 mg(平均14 mg)と述べている。また、アメリカの推奨栄養所要量は成人男子15 mg、成人女子12 mg³⁾となっており、この値と比べればやや低い結果であった。給源食品の全国平均では、I群33.0%、X群10.0%、XI群21.0%と全体の64%を占めており、香川県もI群、X群、XI群で全体の66.9%で、ほぼ同じ寄与率であった。これはアメリカのX群、XI群で、全体の50%を占めている⁴⁾のと著しく異なっていた。

砒素の香川県の摂取量は79~278 μg(平均144 μg)であり、全国の砒素の摂取量は160~230 μg(平均200 μg)と比べやや低い値である。砒素は1975年に、ヤギ、ブタなどの動物の必要な元素として見いだされた、最も新しい必須元素である。人の砒素の所要量は、現在のところ明らかではないが、砒素の化学形態による吸収及び毒性といった研究が、今後必要になってきている。

これらの砒素の摂取量を、WHO暫定一日摂取量の428.5 μg/日/人と比べると、50%以下であり、全く問題がなかった。砒素の給源食品としてはI群、VIII群、X群が考えられる。香川県においても、全国的にもX群の魚介類がほぼ50%近くを占めている。

2. 有害性元素

鉛の5年間の香川県の一日摂取量は25 μgであり、全国平均値は54 μgであった。WHO暫定一日摂取量の428.5 μg/日/人と比べると、著しく低かった。給源食品は全国平均ではI群、II群、X群で47.3%の寄与率を示しているが、香川県ではI群のみで43.0%を占めていた。

カドミウムの香川県の摂取量は24~32 μgで、5年間の平均値は26.5 μgである。全国では27~35 μg(平均30 μg)であり、香川県とほぼ同じ摂取量である。厚生省のカドミウム暫定摂取基準は300 μg/日/人であり、全国的にも香川県でも、摂取量から考えて安全なレベルにあった。また給源食品はI群だけで50.3%を占めており、全国の摂取傾向と同じであった。

水銀の香川県の摂取量は10~14 μg(平均11.8 μg)であり、全国の8.6~11 μg(平均9.9 μg)よりわずかに高いが、

総水銀の厚生省暫定摂取指標値の $42.85\mu\text{g}/\text{日}/\text{人}$ と比べて、問題となる摂取量ではなかった。総水銀の給源食品は I 群、X 群で摂取量の 80% ちかくを占めており、本県も全国的にも同じ傾向であった。

IV 結 論

1985年からマーケットバスケット方式により、香川県における日常食品中の無機成分の一日摂取量及び給源食品の寄与率を明らかにした。

1. 香川県の無機成分の摂取量は全国平均を少し下まわり、その経年変化は全国の場合と同様に、ほとんど変化がみられなかった。

2. 生体の主要元素であるナトリウム（食塩）の摂取量は、厚生省の目標摂取量より少し多く、若干摂取量を控える必要があること、カルシウムの摂取量は、厚生省の栄養所要量より不足しており、摂取努力に努めなければならぬことが明らかとなった。

3. カリウム、マンガンは厚生省の目標摂取量と比較して、ほぼ十分な値であり、リンも適正な摂取量であった。亜鉛、マグネシウム、鉄は、摂取量が目標摂取量より低く、より摂取努力が必要と思われた。

その他のコバルト、ニッケル、銅は、山縣らの日常食品による摂取量の研究と比べて低い値であり、今後とも推移を観察することが必要と思われた。

4. 最も新しい必須元素の砒素の摂取量は、WHOの暫定摂取量と比べて問題ない値であるが、今後は砒素の化学形態の違いによる毒性や摂取量の調査が必要と考えられた。

5. 有害性金属の鉛、カドミウム、水銀の摂取量は、WHOの暫定摂取量と比べて著しく低く問題はなかった。

文 献

- 1) 厚生省保健医療局健康増進栄養課. 第四次改定日本人の栄養所要量. 東京：第一出版, 1989.
- 2) 地方衛生研究所全国協議会事務局. 健康と飲料水中の無機成分に関する研究. 名古屋：地研協議会, 1982；37-39.
- 3) アメリカの勧奨栄養量 (RDA) の改訂. 食の科学, 1990；4：56-64.
- 4) 山縣登. 微量元素 微量元素と健康. 東京：産業図書, 1977；154-276.
- 5) E. J. Underwood. 日本化学会訳編, 微量元素栄養と毒性, 東京：丸善, 1975；177-206.